



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09103849 A**(43) Date of publication of application: **22.04.97**

(51) Int. Cl. **B22D 11/06**  
**B22D 11/06**  
**B22D 11/04**

(21) Application number: **07261561**(22) Date of filing: **09.10.95**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP MISHIMA  
KOSAN CO LTD**

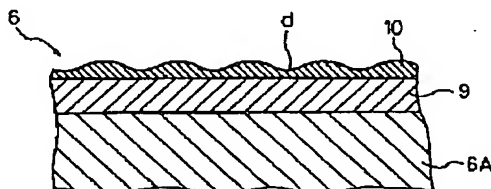
(72) Inventor: **ARAI TAKASHI  
KIRIHARA TADASHI  
MIZUCHI ISAO  
OKA HIDETAKA  
SAITO TATSUKI  
TATSUGUCHI TOKU**

(54) **COOLING ROLL OF THIN SLAB CONTINUOUS  
CASTING MACHINE**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To extend life of a roll and to prevent generation of crack of a slab by efficiently arranging recessed parts of prescribed depth on the peripheral face of a cooling roll of a continuous casting machine to produce a thin slab and preventing deformation and wear of the recessed parts.

**SOLUTION:** In a cooling roll 6 of a continuous casting machine to produce a thin slab, a Ni layer 9 and Co layer 10 of 10-500 $\mu$ m thickness are formed in sequence on the peripheral face of the cooling roll 6, a sum of thickness of the Ni layer 9 and Co layer 10 is 500 $\mu$ m-2mm, recessed parts (d) having 30-150 $\mu$ m average depth are formed on the surface of the Co layer 10.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-103849

(43)公開日 平成9年(1997)4月22日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 3 0		B 2 2 D 11/06	3 3 0 B
	3 7 0			3 3 0 A
11/04	3 1 2		11/04	3 7 0 B
				3 1 2 H
				3 1 2 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-261561

(22)出願日 平成7年(1995)10月9日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71)出願人 000176626

三島光産株式会社

福岡県北九州市八幡東区枝光2丁目1番15号

(72)発明者 新井 貴士

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

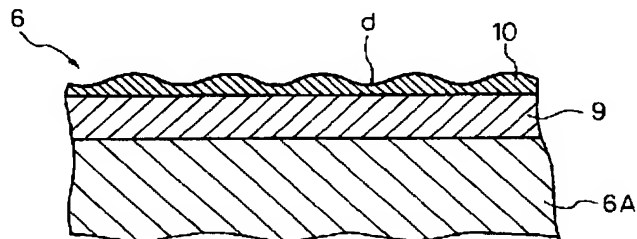
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 薄鋳片連続鋳造機の冷却ドラム

## (57)【要約】

【目的】 薄鋳片を製造する連続鋳造機の冷却ドラム周面に所定深さの窪みを効率良く設けるとともに、窪みの変形や磨減を防止してドラム寿命の延長および鋳片の割れ発生の防止を図る。

【構成】 薄鋳片を製造する連続鋳造機の冷却ドラム6であって、前記冷却ドラム6の周面にはNi層9と、厚み10～500μmのCo層10とが順に形成されており、前記Ni層9とCo層10の厚みの和は500μm～2mmであり、前記Co層10の表面には平均深さ30～150μmの窪みdが形成されている。



6…冷却ドラム  
9…Ni層(第1層)  
10…Co層(第2層)  
d…冷却ドラム周面の窪み

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄鋳片を製造する連続鋳造機の冷却ドラムであって、前記冷却ドラムの周面にはNi層と厚み10～500 $\mu$ mのCo層とが順に形成されており、前記Ni層とCo層の厚みの和は500 $\mu$ m～2mmであり、前記Co層の表面には平均深さ30～150 $\mu$ mの窪みが形成されていることを特徴とする薄鋳片連続鋳造機の冷却ドラム。

【請求項2】 薄鋳片を製造する連続鋳造機の冷却ドラムであって、前記冷却ドラムの周面にはNi層とCoを70%以上含む厚み10～500 $\mu$ mのCo合金層とが順に形成されており、前記Ni層とCo合金層の厚みの和は500 $\mu$ m～2mmであり、前記Co合金層の表面には平均深さ30～150 $\mu$ mの窪みが形成されていることを特徴とする薄鋳片連続鋳造機の冷却ドラム。

【請求項3】 薄鋳片を製造する連続鋳造機の冷却ドラムであって、前記冷却ドラムの周面には厚み500 $\mu$ m～2mmのNi層と、厚み10～30 $\mu$ mのコーティング層とが順に形成されており、前記コーティング層の表面には平均深さ30～150 $\mu$ mの窪みが形成されていることを特徴とする薄鋳片連続鋳造機の冷却ドラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、普通鋼、ステンレス鋼、合金鋼、珪素鋼およびその他の金属の溶湯から直接に薄鋳片を製造する単ドラム式連続鋳造機や双ドラム式連続鋳造機の冷却ドラムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】金属溶湯から直接に薄鋳片（板厚約1～10mm）を製造する装置として、金属溶湯を回転する冷却ドラムの周面に供給して冷却凝固する連続鋳造機が知られている。このような連続鋳造機として冷却ドラムを1つ用いる単ドラム式連続鋳造機と、冷却ドラムを2つ用いる双ドラム式連続鋳造機とがある。

【0003】そのうちの双ドラム式連続鋳造機については、図1に示すように、互いに反対方向へ回転する一対の冷却ドラム1、1が、水平にかつ所定の間隙を置いて互いに平行になるように対向設置されており、冷却ドラム1、1の両端面には一対のサイド堰2（一点鎖線で示す）が押し当てられて冷却ドラム1、1の間隙の上部に湯溜まり部3が形成されている。

【0004】タンディッシュ4内の金属溶湯R（以下、単に溶湯という）を注湯ノズル5を介して湯溜まり部3に供給すると、供給された溶湯は冷却ドラム1、1の周面で冷却して凝固シェルg、gを形成し、凝固シェルg、gは矢印方向へ回転する冷却ドラム1、1の間隙で圧着されて一体化し薄鋳片Sとなる。

【0005】このような連続鋳造機の冷却ドラム1は、外筒部1Aの周面で溶湯を速やかに冷却し凝固シェルgを速やかに形成させて効率よく鋳造するために、外筒部

1Aの内部あるいは内面には冷却水が循環されており、外筒部1Aには熱伝導性の良い銅あるいは銅合金等の材料が用いられている。

【0006】銅あるいは銅合金等の外筒部1は長時間の操業を行うと、熱応力により表面に微細割れが発生するため、外筒部1Aの周面には熱応力に強いNi層等がメッキや溶射によって被覆されている。

【0007】ところで、冷却ドラムの周面で冷却して形成される凝固シェルは、急冷によって凝固収縮応力を受けることにより鋳片表面に割れが発生する。そこで、冷却ドラムの周面に深さ30～150 $\mu$ m、円相当径0.5～2mm程度の窪みを面積率20～60%程度で設け、窪みと凝固シェルの間にエアーギャップを形成させることにより凝固収縮応力を分散および緩和する方法が知られている。

【0008】ところが、冷却ドラム周面に設けた窪みは磨滅し易いという問題がある。例えば、鋳造中における冷却ドラム1、1の周面には酸化物等の異物が付着し、付着した異物によって凝固シェルの不均一冷却を招き、その結果、鋳片に表面割れが発生する。そこで、通常は冷却ドラム1、1の周面に付着した異物をブラッシングにより除去しているが、このブラッシングによって窪みの磨滅が顕著になる。したがって冷却ドラムの周面には耐磨耗性に優れた硬度が高い材料を用いることが望ましい。

【0009】従来、冷却ドラムの周面に厚み2mm以上のNiメッキを施すことで、溶湯の急冷による薄鋳片の板厚むら発生を防止した冷却ドラムが、例えば特開平1-166862号公報によって知られている。しかし、Niは加工性が良いため冷却ドラム周面のショットブラストによる窪みの加工は容易であるが、長時間の操業による熱負荷で軟化するため窪みが変形したり、磨滅し易い。しかも、冷却ドラムの周面は付着した酸化物等を除去するためにブラッシングをするため、窪みは容易に変形や磨滅し易く、また窪みの変形や磨滅により鋳片に表面割れが発生するという問題がある。

【0010】一方、冷却ドラム周面の肌荒れや割れ発生を防止するために、冷却ドラム周面に厚み0.2～0.6mmのNiメッキを施し、Niメッキ層の表面に厚み0.01～0.05mmのCrメッキを施した冷却ドラムが、例えば特開平1-254357号公報によって知られている。しかし、Crメッキ層は硬度が高いため窪みは変形や磨滅し難いが、長時間の操業を行うと、その表面に微細割れが発生して一部が欠落するため寿命が短いという問題がある。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、冷却ドラム周面にショットブラストによって所定深さの窪み加工を効率良く行うとともに窪みの変形や磨滅を防止することにより、鋳片の割れ発生防止およびドラム寿命の延長を

図ることを課題する。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による薄鋳片連続  
 鋳造機の冷却ドラムは、その周面には第1層としてNi  
 層と、第2層として厚み10～500 $\mu$ mのCo層また  
 はCo合金層とが順に形成されており、前記第1層と第  
 2層の厚みの和は500 $\mu$ m～2mmであり、前記第2層  
 の表面には平均深さ30～150 $\mu$ mの窪みが形成され  
 ている。

【0013】また、他の冷却ドラムは、その周面には第  
 1層としての厚み500 $\mu$ m～2mmのNi層と、第2層  
 として厚み10～30 $\mu$ mのコーティング層とが順に形  
 成されており、前記コーティング層の表面には平均深さ  
 30～150 $\mu$ mの窪みが形成されている。

【0014】本発明においてCo合金とは、Coを70  
 %以上含む合金であり、例えばCoを70～99%含み  
 残りはNiであるCo-Ni合金、Wを0.1～1.0  
 %含み残りはCoであるCo-W合金等が用いられる。  
 また、コーティング層としては、例えばCo-Cr-Al  
 -Y合金、Co-Mo-Cr-Si合金等の合金や、  
 タングステンカーバイド(WC)、クロムカーバイド  
 (CrC)等のセラミックスが用いられる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の請求項1に沿う  
 冷却ドラム断面の一部を拡大して示し、図3は、本発明  
 の請求項2に沿う冷却ドラム断面の一部を拡大して示し  
 ている。図2および図3において、冷却ドラム6、7の  
 外筒部6A、7Aの内面には冷却水が循環する冷却水孔  
 (図示しない)が設けられており、外筒部6A、7Aは  
 その周面で凝固シェルを速やかに形成させるために、熱  
 伝導性の良い銅あるいは銅合金の材料が用いられてい  
 る。

【0016】銅あるいは銅合金の外筒部6A、7Aは熱  
 伝導度が大き過ぎるため、その表面は高温の溶湯と接触  
 する度に急速加熱され、長時間の操業で微細割れが発生  
 する。また、凝固シェルは熱伝導度の大きい外筒部6  
 A、7Aによって急冷されるため、それによる収縮応力  
 によって鋳片に表面割れが発生する。外筒部6Aの微細  
 割れ発生および鋳片の表面割れ発生を防止するために、  
 外筒部6A、7Aの表面には熱伝導度を調整するNiが  
 メッキや溶射によって被覆されてNi層9が形成されて  
 いる。

【0017】Niは加工性が良いため、ショットブラスト  
 などによる窪みの所定の深さの加工が容易であるが、  
 加熱によって軟化し易く、冷却ドラム周面のブラッシ  
 ング等により変形や磨滅し易い。したがって、Ni層9に  
 窪みを設けると、窪みが変形や磨滅してドラム寿命が短  
 くなり、また窪みの変形や磨滅により鋳片に表面割れが  
 発生する。

【0018】窪みの変形や磨滅および鋳片の表面割れ発

生を防止するために、Ni層9の表面には第2層とし  
 て、図2ではCoがメッキや溶射によって被覆されてCo  
 層10が形成されており、図3ではCo-NiやCo  
 -W等のCo合金がメッキや溶射によって被覆されてCo  
 合金層11が形成されている。Co層10およびCo  
 合金層11は加熱による軟化が起こり難いため、フラッ  
 シング等により変形や磨滅し難い。

【0019】Co層10およびCo合金層11の厚み  
 は、10 $\mu$ m未満では溶湯の熱によってNi層9が加熱  
 されて軟化し窪みが増大し変形や磨滅する。一方、500 $\mu$ m  
 超ではNi層9との熱膨張差によって亀裂が発生し剥離  
 し易くなる。剥離すると窪みが浅くなるため鋳片に表面  
 割れが発生する。従って、Co層10およびCo合金層  
 11の厚みは10～500 $\mu$ mとした。

【0020】一方、Ni層9、Co層10およびCo合  
 金層11は、熱伝導度を小さくする効果をもつが、Ni  
 層9とCo層10またはCo合金層11との厚みの和が  
 500 $\mu$ m未満では、熱伝導度を小さくする効果が不足  
 して、外筒部6A、7Aの温度が低くなり過ぎ、その結  
 果、凝固シェルの急冷による収縮応力により鋳片に表面  
 割れが発生する。

【0021】即ち、Ni層9とCo層10またはCo合  
 金層11とで500 $\mu$ m以上の厚みが必要であるが、前  
 記のようにCo層10およびCo合金層11は、その厚  
 みが500 $\mu$ m以下であることが必要であるため、熱伝導  
 度を十分に小さくできない。したがって、外筒部6A、  
 7Aの表面にはNi層を形成することが必要である。

【0022】また、Ni層9とCo層10またはCo合  
 金層11との厚みの和が、2.0mm超では、熱伝導度が  
 小さくなり過ぎてNi層9は温度が高くなって軟化し易  
 くなる。その結果、Co層10およびCo合金層11は  
 窪みが増大し変形や磨滅し易くなるため、この厚みは2.0mm  
 以下が必要である。Co合金層11に含まれるCo含有  
 率は、70%未満では熱影響による軟化現象が起こり、  
 窪みが増大し変形や磨滅し易くなるため70%以上を必要とす  
 る。

【0023】Co層10およびCo合金層11の表面に  
 は例えばショットブラストによって窪みdが形成されて  
 いる。窪みdの平均深さが30 $\mu$ m未満では、凝固シェ  
 ルの急冷による収縮応力緩和作用が小さいため、鋳片に  
 表面割れが発生する。一方、窪みdの平均深さが150  
 $\mu$ m超では、窪みdの一部に溶湯が深く入り込んで鋳片  
 表面に凸状欠陥が発生し、これがスケール嚙込み疵とな  
 り、また製品の表面光沢を悪くする。したがって、窪み  
 dの平均深さは30～150 $\mu$ mとした。なお、窪みd  
 は円乃至は楕円であり、円相当の直径は0.5～2mm程  
 度、面積率は20～60%程度である。

【0024】図4は、本発明の請求項3に沿う冷却ドラ  
 ムの一部を拡大して示している。

【0025】図4において、冷却ドラム8の外筒部8A

の周面には、熱伝導度を調整する厚み $500\mu\text{m}$ 以上のNi層12がメッキや溶射によって形成されている。Ni層12は熱伝導度を小さくする作用をもつが、その厚みが $500\mu\text{m}$ 未満では、熱伝導度を小さくする効果が不足して、外筒部8Aの温度が低くなり過ぎ、その結果、凝固シェルの急冷による収縮応力により鑄片に表面割れが発生する。一方、Ni層12の厚みが $2\text{mm}$ 超では、熱伝導度が小さくなり過ぎてNi層12の温度が高くなり、この結果、このNi層が軟化して窪みが変形または磨滅し易くなる。したがって、Ni層12の厚みは $500\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ を必要とする。

【0026】Ni層12の表面には例えばショットブラストによって窪みdが形成されており、その表面には第2層としてCo-Cr-Al-Y系合金やタングステンカーバイド(WC)等が溶射されてコーティング層13が形成されている。そしてコーティング層13の表面にはNi層12の表面に形成されたショットブラストによって平均深さ $30 \sim 150\mu\text{m}$ の窪みdが形成されている。

【0027】コーティング層13は加熱による軟化が起り難いため、ブラッシング等により変形や磨滅し難い。コーティング層13の厚みは $10\mu\text{m}$ 未満では、溶湯の熱によってNi層12が加熱されて軟化し窪みを変形や磨滅する。一方、コーティング層13の厚みが $30\mu\text{m}$ 超では、Ni層12との熱膨張差によって亀裂が発生し剥離し易くなる。従って、コーティング層13の厚みは $10 \sim 30\mu\text{m}$ とした。

【0028】

【実施例】図1に示した双ドラム式連続鑄造機の冷却ドラムに図2～図4に示した冷却ドラムを用いてSUS304ステンレス溶鋼を厚み $3.0\text{mm}$ 、幅 $1330\text{mm}$ の薄鑄片に鑄造した。冷却ドラムの外筒部は銅製とし、外筒

部の周面には表1に示す被覆層を形成した。

【0029】鑄造した溶鋼重量が約 $300\text{Ton}$ に達したとき、冷却ドラム周面の窪みの平均深さを測定し、またそのとき鑄造した薄鑄片の表面割れを観察した。表面割れの長さは、薄鑄片の長さ $1\text{m}$ 当たりで観察された表面割れの合計長さの平均値である。

【0030】表1に示す比較例の鑄造No. 11では第1層と第2層の厚みの和が不足したため、凝固シェルの急冷による収縮応力により薄鑄片に表面割れが発生した。鑄造No. 12, 15では第2層の厚みが不足したため窪みと対応する第1層の凸部が軟化し変形して窪みの深さが浅くなり、薄鑄片には表面割れが発生した。

【0031】鑄造No. 13, 16では第2層は厚過ぎにより亀裂が発生して一部分で剥離し、薄鑄片には表面割れが多量発生した。鑄造No. 14では第2層のCo成分含有率が低いため、熱による軟化が起り、窪みの変形や磨滅が生じて、薄鑄片には表面割れが発生した。

【0032】鑄造No. 17～22は第1層のみを形成した例であるが、鑄造No. 17ではNi層の軟化により窪みの変形や磨滅が生じて窪み深さの低減量が特に大きく、薄鑄片には表面割れが発生した。鑄造No. 19, 21, 22では、Co層、Co-W層およびWC層の厚過ぎにより、熱応力が蓄積して亀裂が発生するとともに一部分で剥離し、その結果、薄鑄片に表面割れが発生した。鑄造No. 18, 20では、Ni層あるいはCo-Ni層が薄い場合、凝固シェルの急冷による凝固収縮応力の緩和作用が十分に得られず、その結果、薄鑄片には表面割れが発生した。これに対して、本発明例では窪みの損耗量が少なく、薄鑄片に表面割れは発生しなかった。

【0033】

【表1】

表 1

製造 No.	冷却ドラムの被覆層			窪み平均深さ ( $\mu\text{m}$ )		製造後のドラム 表面の状態	焼片の表面 剥れ長さ ( $\text{cm}/\text{m}^2$ )	備 考 (対応する 請求項)
	第 1 層 (厚み $\mu\text{m}$ )	第 2 層 (厚み $\mu\text{m}$ )	合計厚み ( $\mu\text{m}$ )	製造前	製造後			
1	Ni (500)	Co (10)	510	30	29		0	実施例 (請求項 1)
2	Ni (700)	Co (200)	900	70	67		0	
3	Ni (1000)	Co (500)	1500	150	145		0	
4	Ni (500)	95Co-5Ni (10)	510	30	29		0	実施例 (請求項 2)
5	Ni (700)	95Co-5Ni (10)	710	70	67		0	
6	Ni (700)	70Co-20Ni (10)	710	70	66		0	
7	Ni (1000)	99Co-1W (500)	1500	150	146		0	
8	Ni (500)	56Co-30Cr-13Al -1Y (15)	510	30	30		0	実施例 (請求項 3)
9	Ni (700)	56Co-30Cr-13Al -1Y (30)	900	70	69		0	
10	Ni (1000)	WC (10)	1500	150	148		0	

【0034】

20 【表 2】

表 1 (続き)

製造 No.	冷却ドラムの被覆層			窪み平均深さ ( $\mu\text{m}$ )		製造後のドラム 表面の状態	焼片の表面 剥れ長さ ( $\text{cm}/\text{m}^2$ )	備 考 (対応する 請求項)
	第 1 層 (厚み $\mu\text{m}$ )	第 2 層 (厚み $\mu\text{m}$ )	合計厚み ( $\mu\text{m}$ )	製造前	製造後			
11	Ni (400)	Co (50)	450 °	30	30		5	比較例 (請求項 1 外れ)
12	Ni (700)	95Co-5Ni (5 °)	705	30	21		10	比較例 (請求項 2 外れ)
13	Ni (500)	95Co-5Ni (550 °)	1050	30	30	第 2 層に亀裂、 一部に剥離	40	
14	Ni (700)	60Co-30Ni ° (10)	710	30	20		15	
15	Ni (700)	56Co-30Cr-13Al -1Y (5 °)	705	30	23		15	比較例 (請求項 3 外れ)
16	Ni (700)	56Co-30Cr-13Al -1Y (40 °)	740	30	30	第 2 層に亀裂、 一部に剥離	35	比較例 (請求項 1~3 外れ)
17	Ni (600)	なし °	600	30	18		30	
18	Ni (400)	なし °	400 °	30	25		25	
19	Co (600)	なし °	600	30	30	第 1 層に亀裂、 一部に剥離	35	
20	95Co-5Ni ° (450)	なし °	450 °	30	30		10	
21	99Co-1W ° (700)	なし °	700 °	30	30	第 1 層に亀裂、 一部に剥離	45	
22	WC (50)	なし °	50 °	30	30	第 1 層に亀裂、 生一部に剥離	45	

\*…本発明の条件から外れたもの

【0035】

【発明の効果】本発明の請求項 1 及び 2 に沿う冷却ドラムは、その周面には Co 層または Co 合金層が被覆されているため窪みは変形や磨減し難い。また本発明の請求

項 3 に沿う冷却ドラムは、窪みが形成された面にコーティング層が被覆されているため窪みは変形や磨減し難い。その結果、本発明の冷却ドラムは、その周面に所定深さの窪みを短時間で且つ低コストで形成できるととも

9

に、ドラム寿命が延長し、また窪みの損耗による鑄片の表面割れ発生を防止して表面性状の優れた薄鑄片を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の双ドラム式連続鑄造機を示す一部断面側面図である。

【図 2】本発明の一実施例を示す冷却ドラムの一部拡大断面図である。

【図 3】本発明の他の実施例を示す冷却ドラムの一部拡大断面図である。

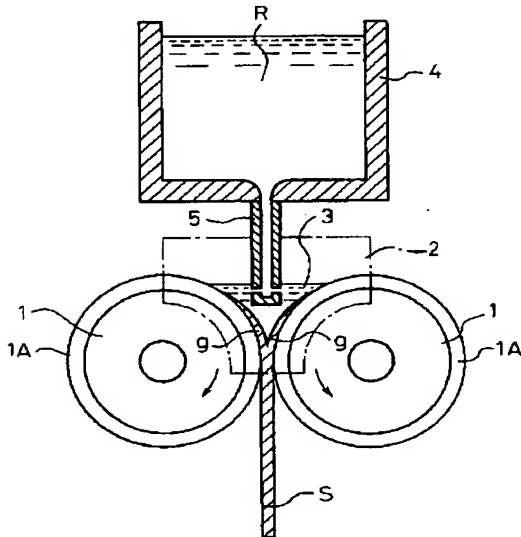
【図 4】本発明の他の実施例を示す冷却ドラムの一部拡大断面図である。

【符号の説明】

1…冷却ドラム

1 A…冷却ドラムの外筒部

【図 1】



1…冷却ドラム  
1 A…冷却ドラムの外筒部  
2…サイド堰  
3…湯溜まり部  
4…タンディッシュ

5…注湯ノズル  
g…凝固シェル  
R…金属溶湯  
S…薄鑄片

10

2…サイド堰

3…湯溜まり部

4…タンディッシュ

5…注湯ノズル

6…冷却ドラム

9…Ni 層 (第 1 層)

10…Co 層 (第 2 層)

11…Co 合金層 (第 2 層)

12…Ni 層 (第 1 層)

10 13…コーティング層 (第 2 層)

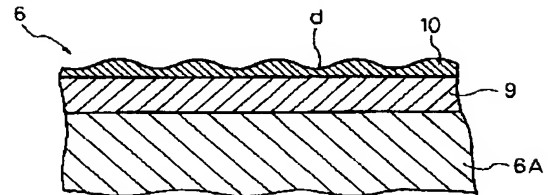
g…凝固シェル

R…金属溶湯

S…薄鑄片

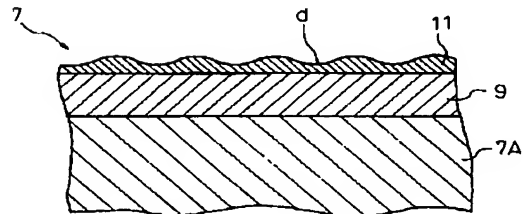
d…冷却ドラム周面の窪み

【図 2】



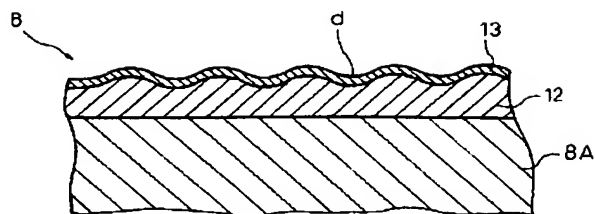
6…冷却ドラム  
9…Ni 層 (第 1 層)  
10…Co 層 (第 2 層)  
d…冷却ドラム周面の窪み

【図 3】



7…冷却ドラム  
11…Co 合金層 (第 2 層)

【図4】



8…冷却ドラム  
 12…Ni層(第1層)  
 13…コーティング層(第2層)

フロントページの続き

(72)発明者 桐原 端史  
 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
 株式会社光製鐵所内  
 (72)発明者 水地 功  
 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
 株式会社光製鐵所内

(72)発明者 岡 秀毅  
 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
 株式会社光製鐵所内  
 (72)発明者 齋藤 達己  
 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
 会社技術開発本部内  
 (72)発明者 竜口 得  
 福岡県北九州市八幡東区枝光2丁目1番15  
 号 三島光産株式会社内